# 元宇宙视域下图书馆 3D 数字资源服务体系研究

林 立

（闽江学院图书馆，福建 福州 350108）

摘 要：[目的/意义]随着元宇宙的兴起，越来越多的数字化资源开始进入其中，包括 3D 数字资源。3D 数字资源在元宇宙中具有重要的地位，可以为用户提供更加生动、直观的体验和感知。图书馆作为数字化资源的重要存储和传播机构，也需要将自身的 3D 数字资源服务融入到元宇宙中，以满足用户的需求。[方法/过程]本文通过对元宇宙中的 3D 数字资源特点和图书馆 3D 数字资源服务现状的研究，提出元宇宙视域下构建图书馆 3D 数字资源服务体系。[结果/结论]应该通过制定 3D 数字资源全生命周期管理规范、采用开源分布式储存策略、建立场景化资源利用体系和利用基于区块链的版本控制技术来实现。

关键词：元宇宙 图书馆 3D 数字资源 服务体系

分类号：G258.6



## 1 引言

近年来，元宇宙成为人们热议的话题。元宇宙是虚拟现实和增强现实的升级版，是人类未来数字社交、学习、娱乐的重要载体。在元宇宙中，用户可以与数字化的物品、场景和其他用户进行交互，实现虚拟的沉浸式体验。由于元宇宙的高度互动性和真实性，吸引了越来越多的用户。同时，元宇宙也为图书馆 3D 数字资源服务提供了新的发展机遇。在过去，图书馆主要以纸质图书为主要信息载体。随着数字化技术的发展，图书馆逐渐拓展了其服务领域，数字资源成了图书馆服务的重要组成部分[1]。而 3D 数字资源作为数字资源的重要组成部分，其可视化和互动性特点成了图书馆数字资源服务的新亮点[2]。因此，在元宇宙视域下，探讨图书馆 3D 数字资源服务体系的研究具有重要意义。

## 2 元宇宙与元宇宙中的 3D 数字资源

### 2.1 元宇宙概述

元宇宙是指一个基于虚拟的、三维空间的、具有自我意识和自我生长能力的多元宇宙。在元宇宙中，用户可以通过虚拟现实技术体验与现实不同的空间和时间维度，进行虚拟社交、娱乐、工作和学习等活动，并能在其中创造数字化的成果，拥有数字化的资产[3]。

元宇宙作为新兴的技术领域，目前处于高速发展的阶段。根据 Gartner 公司的预测，到 2025 年，元宇宙市场规模将超过 2 万亿美元[4]。同时，全球范围内的一些大型科技公司，如 Facebook、谷歌和亚马逊等，纷纷涉足元宇宙领域，加速了元宇宙的发展速度。元宇宙在虚拟现实、增强现实、人工智能、区块链等领域的技术深度融合，为图书馆 3D 数字资源服务的发展提供了新的技术支撑。

### 2.2 元宇宙中 3D 数字资源的特点

3D 数字资源是元宇宙中最基本的资源之一，它们可以是各种类型的物体、建筑、场景、道具等。这些资源由数字化工具创建而成，如 CAD 软件、3D 扫描仪、摄影机等。元宇宙中 3D 数字资源的特点如下：

#### 2.2.1 可视化和沉浸感

3D 数字资源在元宇宙中的最显著特点之一就是可视化和沉浸感。通过使用 3D 模型，用户可以更加直观地了解和探索虚拟空间中的对象和环境，这也为元宇宙的交互性和可玩性

提供了更高的标准。以游戏行业为例，现在的游戏几乎都支持 3D 模型渲染。随着游戏画质的提高和开放世界的概念的出现，玩家可以以更多的自由度来探索游戏中的世界，而 3D 模型的加入可以增加世界的真实感和交互性，提供更加沉浸式的游戏体验。另外，3D 模型也被广泛应用在建筑和设计领域。通过使用 3D 模型，设计师可以更加精确地展示建筑、产品或其他物品的外观和功能，使客户可以更好地了解设计的细节和特点，进而更好地理解设计的价值。在医学领域中，医生可以使用 3D 模型来模拟和研究人体器官和病理变化，进而更好地了解和治疗相关疾病。同样地，汽车制造商可以使用 3D 模型来设计和测试汽车的外观和性能，以提高产品的质量和竞争力。

### 2.2.2 高质量和高容量

元宇宙中的 3D 数字资源具有丰富的细节和质量。通过使用 3D 建模软件，设计师可以精确地捕捉并呈现对象的每一个细节，使得其看起来更加真实、生动。同时，3D 模型的数字化形式使得它们具有更高的精度和质量，这也为元宇宙的发展提供了可靠的基础。通常元宇宙中高质量的 3D 数字资源通过以下方法生成：（1）摄影测量：从二维数据（即图像）中提取三维测量值。基于 GPU 的处理技术从物理对象或环境的多组传统照片中快速重建 3D 表面网格，通过相关 2D 图像的颜色信息或纹理图来重组 3D 数字模型。（2）激光扫描：通过用激光快速采样或扫描物体表面来记录真实世界物体或环境的精确三维信息，并通过顶点处的颜色信息表示表面颜色最终重组 3D 数字模型。（3）结构光：依靠投影光的变形来计算表面形状，这种变形可以用于表面形状的几何重建，实现 3D 数字模型生成。（4）基于参考信息建模：一种基于文档、参考照片或其他关于现实世界物体或地方的信息来源的模型制作方法。模型通常在 CAD（计算机辅助设计）软件系统中创建。（5）CT 扫描：也称为计算机断层扫描，利用从不同角度获得的许多 X 射线测量值的计算机处理组合来产生被扫描物体的断层图像和体积数据生成 3D 数字模型。此外，随着技术的发展，目前还出现了一种融合多种信息资源的多模态建模方式[5]。

综上所述，3D 数字资源通常是由大量的点、面、线等组成，数据量较大，同时，3D 数字资源中可能包含多个对象、材质、颜色等信息，且这些信息之间存在复杂的关联，从而造成 3D 数字资源的庞大数据量，仅以人们熟知的电影《阿凡达 2》中的 3D 数字资源为例，其使用的 3D 数字资源素材数据总量约为 18.5PB[6]。

### 2.2.3 可操作和可拥有

通过 3D 数字资源，用户可以与数字文化遗产、科学研究、工程设计等信息资源进行更加直接、自由、灵活的交互。用户可以自由地选择视角、缩放、旋转等操作，感受信息资源的真实性和魅力。用户可以使用剪切工具将 3D 模型裁剪到特定的大小和形状，还可以使用变形工具，如扭曲和膨胀，来修改 3D 模型的形状，从而实现更多样化的设计。

在元宇宙中，3D 数字资源的可拥有性意味着某人可以成为该资源的合法所有者，拥有其使用权和控制权，同时，可拥有的特点使得它们成为元宇宙中非常重要的数字资产之一。目前，许多 3D 数字资源已可以以 NFT 数字化藏品的形式在各种市场和平台上交易，例如 Nifty Gateway、SuperRare 和 KnownOrigin 等去中心化市场，并允许使用加密货币和智能合约来促成交易达成[7]。

## 3 图书馆 3D 数字资源服务的现状与挑战

### 3.1 现状

目前，不少图书馆通过购买和自建的方式收集了相当数量的 3D 数字资源，主要包括建筑物模型、文物模型、生命科学模型、地质模型等。这些 3D 数字资源可以为用户提供直观的感知和体验，主要用于文化遗产保护、科学研究、教育等多个领域。在自建 3D 数字资源时，图书馆不但已开始重视数字资源的质量管理，而且已着手制定包括资源生成、资源组织、

资源保存等 3D 数字资源全生命周期管理规范。以 CARARE[8]和 Europeana Data Model[9]项目为例，项目详细规范了应用摄影测量和激光扫描等方式进行数据采集及后期处量的技术程序，同时制定了 4 大类信息和 200 多个元素的元数据模型，用于标识遗产资产、3D 数字资源（数字资源的类型、格式和位置的信息）、活动（遗产地发生的历史事件）、收藏信息等，这些元数据能够与 Dublin Core 元数据实现映射，在保证资源信息长期完整保存的同时，也为资源共享提供便利。同时，图书馆也在不断探索不同的资源服务形式。

（1）在文化遗产保护方面，代表性的有 3D-COFORM、Europeana、MayaArch3D 等。项目将散落在各处的古代器物、遗迹进行高保真数字化，形成 3D 数字资源，并上传到互联网，供用户参观与研究。项目既为用户提供了打破地域限制近距离多角度观看文物的可能，也有利于文化遗产的保护与研究。

（2）在科研服务方面，代表性的有 NYC3Dcars 项目[10]。它是美国康奈尔大学图书馆建设的旨在为自动驾驶研究服务的项目，项目建立了地理背景下的 3D 车辆数据库，数据库中包含车辆详细的描述，包括完整的 6 个自由度的车辆姿态、车辆类型、3D 车辆边界框等，NYC3Dcars 还集成了 OpenStreetMap 和 NYCOpenData 配套数据库，以方便访问道路、人行道和中间多边形等地理特征以及道路网络连接。研究人员可在 NYC3Dcars 内自由利用多个数据库数据来搭建三维仿真实验环境进行科学实验，获取科研数据。同时，NYC3Dcar 还提供开源的检测和分析软件，为实验结果的检测、分析提供帮助。

（3）在教育方面，代表性的有 MorphoSource 项目[11]。该项目是由杜克大学图书馆联合博物馆共同参与的，建立以共享发现、促进人类知识进步和科学发现为宗旨的开放型数据库，其中包含 6 万多个生物样本的 3D 数字模型，不但允许用户在线浏览，帮助其更加直观地了解事物，甚至还允许用户下载完整的 3D 数字资源作为素材，成为自己研究内容或成果展示中的一部分。3D 数字资源的优点在于能够被不同学科背景的人轻松认知，因此在教育领域中发挥着越来越重要的作用。

综上所述，图书馆对 3D 数字资源的管理和服务已积累一定经验。在资源管理层面，通过制定资源全生命周期管理规范保证资源的高保真性、可共享和可操作性；在资源服务层面，图书馆主要通过构建 3D 数字模型库和 3D 仿真实验环境来支持文化遗产保护和教育科研。

### 3.2 挑战

目前，图书馆 3D 数字资源服务达到元宇宙的要求还面临着许多挑战。

（1）3D 数字资源的复杂性对图书馆工作人员的专业水平提出更高的要求。3D 数字资源数据量大、数据格式多样、数据关联复杂。据不完全统计比较广泛使用的就有 X3D、STL、OBJ、PLY、VRML、3D PDF、3DS、SURF、RAW、MESH、VGL、WRAP、 MSH、OFF、HXSurface、SMB、GLTF or GLB 等 10 多种 3D 数字格式，不同格式的数字资源可能需要使用不同的软件进行编辑、处理和展示，甚至于需要不同的硬件设备来支持其使用。

（2）3D 数字资源缺乏统一的元数据标准。元数据是对数据的描述信息，包括数据的来源、格式、属性等，是 3D 数据资源管理的重要组成部分。然而，当前缺乏统一的 3D 数据元数据标准，使得 3D 数据资源的描述和检索变得困难。目前业界用于著录 3D 数字资源的元数据有 Carare、VRA Core 和 Dublin Core。Carare、VRA Core 主要是用于网络环境下描述器物、建筑等艺术类文物的可视化资源而建立的元数据标准，而 Dublin Core 则更倾向于描述 2D 数字资源。

（3）3D 数字资源的存储与安全。一方面，图书馆面临更高的存储成本问题，印第安纳普渡大学印第安纳波利斯分校，一个刚刚开始收集 3D 数字资源的机构，数据库中只有几百个 3D 数字化对象却已经有近 2TB 的数据量[12]。另一方面，3D 数字资源的存储安全、版权安全等也需要能过技术创新和管理创新来解决。

## 4 元宇宙视域下图书馆 3D 数字资源服务

4.1 元宇宙视域下图书馆 3D 数字资源服务发展趋势

从元宇宙的发展趋势来看，3D 数字资源在未来的应用和发展虽然面临着一些的挑战但也存在不少机遇。具体而言，图书馆 3D 数字资源服务的发展趋势主要包括以下几个方面：

（1）多样化：随着元宇宙的发展，用户对于 3D 数字资源的需求也越来越多样化。未来，图书馆需要针对不同学科领域的用户需求，提供更加丰富、多样化的 3D 数字资源服务，无论是在 3D 数字模型外观表示，还是 3D 数字模型的内在知识关联方面都要结合学科视角提供资源服务，例如，文化遗产保护需要考虑历史、文化、艺术等多个方面因素从还原历史提供最真实的数字复制品的角度提供 3D 数字资源服务；而科学研究和工程设计则需要考虑数学、物理、计算机科学等方面的因素，提供多视角，可操作的 3D 数字资源服务。

（2）开放共享：开放共享是未来图书馆 3D 数字资源服务发展的重要趋势。图书馆需要加强与博物馆、档案馆等资源存储和服务机构的合作，促进 3D 数字资源的共享和交流，同时采用开放数据标准和共享平台，提高 3D 数字资源的可访问性和可重用性。

（3）技术创新：技术创新是推动图书馆 3D 数字资源服务发展的重要动力。未来，图书馆需要关注 3D 数字技术的最新发展，积极探索新的 3D 数字资源获取、处理和展示技术，提高 3D 数字资源的质量和效果。

（4）用户体验：用户体验是未来图书馆 3D 数字资源服务发展的重要方向。图书馆需要通过提供更加优质、便捷的服务，提高用户的体验感和满意度，从而增强用户的使用信心和忠诚度。

4.2 元宇宙视域下图书馆 3D 数字资源服务体系构建

针对元宇宙视角下的图书馆 3D 数字资源应用与发展，建立一个完善的 3D 数字资源服务体系显得尤为重要。

4.2.1 资源获取与保存

图书馆主要通过两种途径获取 3D 数字资源，包括自建数字化项目和采购。自建数字化项目是指图书馆自身或与博物馆、档案馆等文化资源机构合作将馆藏资源数字化；采购则是通过直接向 CGTrader、MyMiniFactory、TurboSquid 等 3D 数字资源厂商购买[13]。自建数字化项目中应根据数字化采集的需求和对象的不同，选择 3D 扫描仪、摄像机、激光扫描仪、测绘仪等设备，采集中应该详细描述数字化采集的对象、采集方式、采集时间、采集地点、采集精度等信息并确保采集环境的稳定性，以确保最终生成的 3D 数字化资源符合元宇宙对其质量和准确性方面的要求。同时，数字化采集的对象通常是文化遗产和博物馆中的珍贵文物，因此需要注意保护文化遗产的完整性，数字化采集过程中应该遵循相关的法律法规和伦理准则，避免侵犯文物权益和个人隐私。

高质量高容量是元宇宙中 3D 数字资源的显著特点，以往图书馆采用的本地化的数字资源存储方式已无法适应其要求，采用开源分布式存储构架是发展方向。以 LAMP stack（Linux/Apache/MySQL/PHP）为基础搭建的 CollectiveAccess[14]3D 数字资源储存系统，正是采用这种构架，目前已被包括杜克大学图书馆在内多家文化记忆机构采用。在存储格式方面，X3D[15]和 gITF[16]是目前被广泛应用且较为成熟的标准。两者均可基于 API 实现 3D 数字资源转换与展示，支持跨平台应用和网络高速传输，能基本满足元宇宙应用要求。

4.2.2 资源检索

实现 3D 数字资源可检索关键在于确立支持多学科深度标引的元数据模型和 3D 数字模型匹配方法。在元数据层面，元宇宙中，3D 数字资源一般是实体在虚拟空间的数字复制品，所以元数据中应包含以下内容：一是实体对象信息，包括实体类型、年代、尺寸、材质等信息；二是数字对象信息，包括数字对象形成技术方式、形成日期、资源生成者、资源存储格式等信息；三是权利信息，包括实体资源所有者和数字资源所有者信息。此外，3D 数字资源仅为空间几何图形，本身缺乏文字性描述，因此还需要准确且丰富的元素语义加以说明。

通过收割图书馆中基于 Dublin Core 的数字资源，实现二者知识关联，既有利于 2D 与 3D 数字资源的互操作，也有利于降低 3D 数字资源元数据的开发成本。在 3D 数字模型匹配方法层面，要探索利用 3D 数字模型匹配方法实现在元宇宙虚拟环境中检索资源，即通过数字模型的几何、骨架等图像特征信息进行图像匹配，定位 3D 数字资源[17]。

#### 4.2.3 场景化资源利用

在元宇宙中，图书馆可以利用 3D 数字资源构建虚拟服务场景[18]，给读者全新的沉浸式服务体验。一是可以构建一个不同于实体图书馆的虚拟图书馆，不但可以突破实体图书馆的物理空间限制实现馆藏资源的全面展示，而且可以重构图书馆布局，增加学科主题场馆和游戏互动体验区，增强图书馆的空间吸引力。二是开发虚拟阅读资源，利用 3D 数字资源直观展示、易于认知的优点，为抽象的文本描述提供场景化说明，让读者可能跨越时空进入其中，降低读者对知识理解的难度。三是利用 3D 数字资源开发虚拟数字人，图书馆既可以开发原生虚拟数字人作为虚拟馆员开展网络参考咨询服务，也可以开发真人虚拟数字人与读者交流，增强知识讲解时的代入感。

#### 4.2.4 版权保护

元宇宙中，3D 数字资源可作为一种数字资产存在，因此也对 3D 数字资源的版权保护提出了更高的要求。目前可用的 3D 数字资源版权保护技术有以下几种：一是数字水印技术，即将与版权所关联的信息转化为高度不确定的图像背景或神经网络模型嵌入到3D数字资源中，当图像背景被截断或平面几何变换时，数字资源将无法显示；二是远程渲染技术，即用户在对低分辨率的 3D 数字资源进行操作后，远程服务端随机传送来与操作后状态匹配的高分辨率的 3D 数字资源[19]；三是利用区块链技术，即利用其去中心化、可靠性、不可篡改性等特点创建分布式版本控制机制，实现对3D数字资源从产生到修改到转移全过程记录监督，为 3D 数字资源版权认证与交易提供技术支持，可以说区块链技术是目前元宇宙下数字资源版权保护与交易最可行的方案[20]。

## 5 结语

本文通过分析元宇宙的发展趋势以及图书馆 3D 数字资源服务现状和面临的挑战，提出了在元宇宙视域下图书馆 3D 数字资源服务体系的构建思路。可以看出，元宇宙为图书馆提供了一个全新的服务平台，可以使得图书馆的 3D 数字资源服务更加丰富，满足用户的多样化需求[21]。然而，元宇宙中 3D 数字资源服务的发展也面临着一些问题和挑战。首先，3D 数字资源的制作和处理需要专业的技术和设备，需要投入大量的人力和物力。其次，元宇宙服务的发展还需要合适的法律和政策环境，以保护知识产权和数据安全。最后，元宇宙的发展也需要人们对新技术的接受和认知，需要不断地推广和普及。

为了充分发挥图书馆在元宇宙资源服务中的作用，需要进一步研究和探索。未来的研究可以从以下几个方面展开：一是开展 3D 数字资源的标准化和规范化研究，以提高数据的可用性和可持续性；二是探索 3D 数字资源的多样化服务模式，以满足用户的不同需求；三是加强对元宇宙服务中的知识产权和数据安全保护的研究和实践，以确保服务的合法性和可信度。

总之，元宇宙作为一种新兴的服务模式，为图书馆 3D 数字资源服务的发展带来了新的机遇和挑战。图书馆应该紧跟时代发展，积极探索新的服务模式，加强技术研发和人才培养，以更好地服务用户，推动图书馆事业的发展。

参考文献：

[1] 杨新涯，钱国富，唱婷婷，涂佳琪．元宇宙是图书馆的未来吗？[J]．图书馆论

坛,2021,41(12):35-44.
[2] 向安玲,高爽,彭影彤,等.知识重组与场景再构:面向数字资源管理的元宇宙[J].图书情报知识,2022,39(1):30-38.
[3] 沈阳.元宇宙的三化、三性和三能[J].传媒,2022,(14):21-22.
[4] Tuong H. Nguyen.Gartner 2022 年新兴技术和趋势影响力雷达图中的五项具有影响力的技术[EB/OL].[2021-12-29].https://www.gartner.com/cn/information-technology/articles/5-impactful-technologies-from-the-gartner-emerging-technologies-and-trends-impact-radar-for-2022-cn.
[5] Association of College and Research Libraries.3D Data Creation to Curation:Community Standards for 3D Data Preservation[EB/OL].[2022-04-15].https://www.ala.org/acrl/sites/ala.org.acrl/files/content/publications/booksanddigitalresources/digital/9780838939147_3D_OA.pdf.
[6] 电影界.《阿凡达 2》还能掀起技术革命吗?[EB/OL].[2022-12-03].https://app.dianyingjie.com/?app=article&controller=article&action=show&contentid=356039.
[7] Russell Atticus. 什么是元宇宙?[EB/OL].[2022-09-23].https://www.gartner.com/cn/information-technology/articles/what-is-a-metaverse.
[8] CARARE.About [EB/OL].[2020-12-04].https://www.carare.eu/en/about/.
[9] Europeana pro.Europeana Data Model[EB/OL].[2020-12-16].https://pro.europeana.eu/page/edm-documentation.
[10] CORNELL UNIVERSITY LIBRARY.ForCredit Courses Taught by CUL Librarians[EB/OL].[2021-06-10].https://www.library.cornell.edu/services/instruction/courses.
[11] MorphoSource.Browse Categories[EB/OL].[2022-04-15].https://www.morphosource.org/browse/categories.
[12] Juliet L. Hardesty, Jennifer Johnson.3D Data Repository Features, Best Practices, and Implications for Preservation Models: Findings from a National Forum[J].College & Research Libraries,2020,81(05):768-789.
[13] CollectiveAccess.CollectiveAccess is software for describing all manner of things[EB/OL].[2022-04-15].https://collectiveaccess.org/.
[14] 秦珂.3D 打印服务:图书馆版权管理的新领域[J].图书馆工作与研究,2017(1):45-50.
[15] Web3D Consortium .X3D encodings - XML V3.3[EB/OL].[2022-06-15].https://www.web3d.org/content/x3d-encodings-xml-v33.
[16] Github.glTF Tutorial.[EB/OL].[2022-06-16].https://github.com/KhronosGroup/glTF-Tutorials/blob/master/gltfTutorial/README.md.
[17] 周宇航,冯宏伟,冯筠,等.基于多视图和显著性分割的古生物三维模型检索[J].西北大学学报(自然科学版),2022,52(4):590-601.
[18] 郭亚军,李帅,张鑫迪,等.元宇宙赋能虚拟图书馆:理念、技术、场景与发展策略[J].图书馆建设,2022(04):1-15.

[19] David Koller,Marc Levoy.Protecting 3D Graphics Content.[EB/OL].[2022-07-16].https://graphics.stanford.edu/papers/protecting/protecting.pdf.
[20] 赵楠.区块链视域下智慧图书馆的构建和应用场景[J].图书馆学刊,2022,44(10):95-99+113.
[21] 陈定权,尚洁,汪庆怡,等.在虚与实之间想象元宇宙中图书馆的模样[J].图书馆论坛,2022,42(01):62-68.

作者简介：林立，男，1978 年生，副研究馆员。研究方向：图书馆自动化和数字化。

Research on Library's 3D Digital Resource Service System from the Perspective of Metaverse

Linli
(Minjiang College Library, Fuzhou, Fujian 350108)

Absrtact: [Purpose/Significance] With the rise of the metaverse, more and more digital resources begin to enter it, including 3D digital resources. 3D digital resources play an important role in the metaverse, which can provide users with more vivid and intuitive experience and perception. As an important storage and dissemination institution of digital resources, libraries also need to integrate their own 3D digital resource services into the metaverse to meet the needs of users. [Method/Process] Based on the study of the characteristics of 3D digital resources in the metaverse and the present situation of library's 3D digital resources service, this paper puts forward to build a library's 3D digital resources service system from the perspective of metaverse. [Result/Conclusion] It should be realized by formulating the life cycle management standard of 3D digital resources, adopting open source distributed storage strategy, establishing scene resource utilization system and using version control technology based on blockchain.
Keywords: metaverse　Library　3D digital resources　service system